

Mains independent pulse braking circuit for series wound or universal motor - having split or single field winding and armature with changeover switch and starting capacitor maintained charged continuously during mains operation

Patent number: DE4201005
Publication date: 1993-07-22
Inventor: SCHROECKER RAINER DIPL. ING (DE)
Applicant: SCHROECKER RAINER (DE)
Classification:
- **international:** H02P3/06
- **european:** H02P3/06
Application number: DE19924201005 19920116
Priority number(s): DE19924201005 19920116

Abstract of DE4201005

The change-over to braking mode immediately produces automatic self-excitation of motor into series wound generator operation. A controllable electronic component (39) is provided lying parallel to a resistance (37). The starting capacitor (31) serves for the compulsory starting of the self-excitation. The armature (2) has one terminal (17) connected to one of the main terminals (13) and also to one end of the component (39). The first working contact (11) of the change-over switch is connected to the other armature terminal (18) via a diode (23).

The first lazy contact (8) of the change-over switch is connected with the other end of the component (39). The second working contact (12) is connected to a second mains terminal (14). The two change contacts (6,7) are connected to the effective part of the field winding (3) in a braking mode. The starting capacitor lies between the second rest contact (9) and the mains terminal (13) and a circuit (27) controls the electronic component (39).

ADVANTAGE - Suitable for braking universal motors reliably without extra components. Capacitor lies parallel to field winding in braking operation so that it prevents transitory interruptions in current through armature leading to collapse of self-excitation.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) **Patentschrift**
(10) **DE 42 01 005 C 2**

(51) Int. Cl. 6:
H 02 P 3/12

DE 42 01 005 C 2

- (21) Aktenzeichen: P 42 01 005.5-32
(22) Anmeldetag: 16. 1. 92
(43) Offenlegungstag: 22. 7. 93
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 17. 8. 95

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:
Heinrich Kopp AG, 63796 Kahl, DE

(74) Vertreter:
Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen

(72) Erfinder:
Schröcker, Rainer, Dipl.-Ing., 71229 Leonberg, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 40 22 637 A1
DE 35 39 841 A1

(54) Schaltungsanordnung zum netzunabhängigen, aussetzerfreien Bremsen eines Reihenschlußmotors

DE 42 01 005 C 2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum netzunabhängigen Bremsen eines Reihenschlußmotors gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 (DE 35 39 841 A1).

Aus der nicht veröffentlichten DE 40 22 637 A1 ist eine getaktete Bremschaltung für einen kleinen Universalmotor (Reihenschlußmotor) bis ca. 3 kW bekannt, die einen Anker und eine Feldwicklung aufweist. Mit Hilfe einer Umpoleinrichtung wird die Phasenlage der Feldwicklung gegenüber dem Anker verpolt, um nach dem Motorbetrieb eine Phasenlage der Feldwicklung zu erhalten, die eine Selbsterregung für den Bremsbetrieb ermöglicht. Im Bremsbetrieb liegt in Serie mit der Reihenschaltung aus dem Anker und der Feldwicklung ein Leistungshalbleiter, der mit Hilfe einer Steuerschaltung getaktet ein- und ausgeschaltet wird. Der Leistungshalbleiter ist durch einen ohmschen Bremswiderstand geshuntet, so daß, unabhängig vom Schaltzustand des Leistungshalbleiters, in dem geschlossenen Kreis immer ein Strom fließt, der einerseits die Felderregung aufrecht erhält und andererseits das gewünschte Bremsmoment erzeugt. Bei genügend hoher Schaltfrequenz des Leistungshalbleiters ist der fließende Strom in einer ersten Näherung etwa konstant. Das Ein- und Ausschalten des Halbleiters hat bei hoher Taktfrequenz nur kleine Änderungen des fließenden Stroms zur Folge.

Es hat sich jedoch gezeigt, daß bei dieser Schaltung hin und wieder nicht reproduzierbare Aussetzer im Bremsbetrieb auftreten. Bei solchen Aussetzern bricht spontan aufgrund nicht eindeutig geklärter Ursache die Selbsterregung zusammen, so daß keine elektrische Bremsung mehr stattfindet und der Motor ungebremst ausläuft.

Andererseits weist die bekannte Schaltung einen Startkondensator auf, der während des Netzbetriebs ständig geladen gehalten wird und unmittelbar nach dem Umschalten in den Bremsbetrieb dafür sorgt, daß die Selbsterregung eingeleitet wird. Zu diesem Zweck wird ein zumindest durch die Feldwicklung fließender Entladestrom erzeugt.

Aus der DE 35 39 841 A1 ist eine ungetaktete Bremschaltung für einen kleinen Universalmotor bekannt, bei der im Bremsbetrieb der Anker, die Feldwicklung und ein kontinuierlich gesteuerter Bremswiderstand in Serie liegen. Der zum Einleiten des Bremsbetriebes notwendige Startkondensator ist im Bremsbetrieb zu der Feldwicklung parallelgeschaltet.

Aufgrund dieser Beschaltung wird der Startkondensator im Netzbetrieb auf die Scheitelspannung des Netzes aufgeladen, so daß er genügend elektrische Energie enthält, um mit Sicherheit die Selbsterregung anzufachen. Im Bremsbetrieb dagegen ist die Spannung des Kondensators auf die Spannung an der Feldwicklung begrenzt. Diese Spannung liegt deutlich niedriger und wegen des quadratischen Zusammenhangs zwischen der gespeicherten Energie und der Kondensatorspannung sinkt die im Kondensator enthaltene Energie so weit ab, daß unter Umständen bei einer Unterbrechung des Bremsstromkreises die gespeicherte Energie nicht ausreicht, um einen hinreichend großen Feldstrom über eine genügend lange Zeit zu erhalten, damit nach dem Verschwinden der Unterbrechung der Bremsbetrieb fortgesetzt werden kann. Somit ist die bekannte Schaltung nicht in der Lage, zuverlässig Aussetzer beim Bremsen zu unterdrücken, denn die Kapazität des Startkondensators läßt sich wegen der benötigten Platzver-

hältnisse im Gehäuse eines von dem Universalmotor angetriebenen Werkzeugs nicht beliebig vergrößern.

Ausgehend hiervon ist es Aufgabe der Erfindung, eine Schaltungsanordnung zum Bremsen eines Reihenschlußmotors zu schaffen, die ohne zusätzliche Bauelemente zuverlässig aussetzerfrei arbeitet.

Diese Aufgabe wird erfahrungsgemäß durch die Schaltungsanordnung mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

- 10 Infolge der speziellen Ausgestaltung liegt der Startkondensator, der zum Initialisieren der Selbsterregung dient, zur Serienschaltung aus der Feldwicklung und dem gesteuerten Bremswiderstand parallel. Dies bedeutet, daß er im Bremsbetrieb auf eine Spannung aufgeladen wird, die der Ankerspannung entspricht und die deutlich größer ist als die Spannung an der Feldwicklung. Dadurch kann der Startkondensator im Bremsbetrieb genügend elektrische Energie speichern, um bei vorübergehenden Störungen am Kollektor ein endgültiges Zusammenbrechen des Bremsstromes zu verhindern.

In der einzigen Figur der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des Gegenstandes der Erfindung dargestellt.

- 25 Die Figur zeigt eine netzunabhängige Widerstandsbremseinrichtung 1 für einen Anker 2 sowie eine geteilte oder ungeteilte Feldwicklung 3 aufweisenden Universalmotor der sowohl im Motor- als auch im Generatorbetrieb im Reihenschluß arbeitet. Derartige Universalmotoren 4 werden zum Antrieb von handgeführten Elektrowerkzeugen wie Kreissägen, Bohrmaschinen, Hobel, Fräser, Winkelschleifern, Bandschleifern, Heckenscheren u. dgl. eingesetzt. Mittels eines zweipoligen Umschalters 5, der einen ersten Wechselkontakt 6, einen zweiten Wechselkontakt 7, einen ersten Ruhekontakt 8, einen zweiten Ruhekontakt 9 sowie einen ersten Arbeitskontakt 11 und einen zweiten Arbeitskontakt 12 aufweist, ist der Universalmotor 4 wahlweise mit zwei Netzanschußklemmen 13, 14 oder einem Widerstandsbremskreis 15 verbinderbar. Die Figur zeigt die Ruhestellung des Umschalters 5, dessen Wechselkontakt 6 mit dem Ruhekontakt 8 einen Öffner und dessen Wechselkontakt 6 zusammen mit dem Arbeitskontakt 11 einen Schließer bildet. Für den Wechselkontakt 7 zusammen mit dem Ruhekontakt 9 und dem Arbeitskontakt 12 gilt sinngemäß das gleiche.

In der Ruhestellung ist der Universalmotor 4 in den Bremsbetrieb umgeschaltet und an den Widerstandsbremskreis 15 angeschlossen.

- 50 Von der Netzanschußklemme 13 führt eine Verbindungsleitung 16 zu einem Anschluß 17 des Ankers 2. Sein anderer Anschluß 18 ist über eine Leitung 19 mit dem ersten Arbeitskontakt 11 verbunden. Die Feldwicklung 3 liegt mit ihren beiden Anschlüssen 21 und 22 an den beiden Wechselkontakte 6 und 7. Ferner verbindet eine Diode 23 den ersten Arbeitskontakt 11 mit dem zweiten Ruhekontakt 9. Dabei liegt bei der gewählten Polarität der Anordnung die Anode der Diode 23 an dem ersten Arbeitskontakt 11.

60 Der zweite Arbeitskontakt 12 ist für den Motorbetrieb über eine Leitung 24 an die Netzanschußklemme 14 angeklemmt.

Der Widerstandsbremskreis 15 enthält eine Speicherschaltung 25 sowie einen gesteuerten Bremswiderstand 26 und eine Steuerschaltung 27.

65 Die Speicherschaltung 25 besteht aus einer Gleichrichterdiode 28, die anodenseitig mit dem Wechselkontakt 7 verbunden ist und von deren Kathode ein Wider-

stand 29 zu dem zweiten Ruhekontakt 9 führt. Außerdem enthält die Speicherschaltung 25 einen Startkondensator 31, der der zwangsweisen Einleitung der Selbsterregung dient und der zwischen den zweiten Ruhekontakt 9 und den Ankeranschluß 17 geschaltet ist. Eine von dem Ankeranschluß 17 ausgehende Leitung 32 führt das Bezugspotential für die Steuerschaltung 27, an die die Steuerschaltung 27 mit einem entsprechenden Anschluß 33 angeschlossen ist; an die Leitung 32 ist ebenfalls der Startkondensator 31 angelegt.

Die Steuerschaltung 27 weist einen Eingang 34, einen Ausgang 35 sowie einen Stromversorgungseingang 36 auf.

Der gesteuerte Bremswiderstand 26 setzt sich zusammen aus einem Widerstand 37, einem Stromfühlerwiderstand 38 sowie einem steuerbaren elektronischen Baulement in Gestalt des N-Kanal-Mosfet 39. Der Mosfet 39 bildet zusammen mit dem Stromfühlerwiderstand 38 eine Serienschaltung, die zwischen dem ersten Ruhekontakt 8 und der Leitung 32 liegt. Der Widerstand 37 ist zu dem Mosfet 39 ausgangsseitig parallelgeschaltet, d. h. er liegt mit einem Ende an dessen Drainanschluß und mit dem anderen Ende an dessen Sourceanschluß, und ist als Festwiderstand ausgebildet. Das Gate des Mosfet 39 ist mit dem Ausgang 35 der Steuerschaltung 27 verbunden, während die Sourceelektrode des Mosfet 39 mit dem Eingang 34 in Verbindung steht.

Mit Hilfe der Steuerschaltung 27 wird der Mosfet 39 im Bremsbetrieb periodisch ein- und ausgeschaltet, in dem Sinne, daß der Strom durch den Stromfühlerwiderstand 38 näherungsweise konstant gehalten wird. Der Strom durch den Stromfühlerwiderstand 38 kann auch näherungsweise konstant gehalten werden, wenn der Mosfet 39 nicht wie oben als Schalter, sondern als steuerbarer Widerstand betrieben wird.

Ausführungsformen für die Steuerschaltung 27 sind beispielsweise in der DE 40 22 637 A1 sowie der DE 35 39 841 A1 beschrieben.

Um den Universalmotor 4 im Motorbetrieb arbeiten zu lassen, wird der Umschalter aus der gezeigten Ruhestellung in die Arbeitsstellung überführt. In dieser Arbeitsstellung kann ein Strom aus der Netzeingangsklemme 13 über die Verbindungsleitung 16 zu dem Ankeranschluß 17 und von dort über den Ankeranschluß 18, die Leitung 19 zu dem Arbeitskontakt 11 fließen. Von hier fließt der Strom über den Wechselkontakt 6 zu der Feldwicklung 3, die mit ihrem anderen Ende 22 über den Wechselkontakt 7, den Arbeitskontakt 12 mit der Netzeingangsklemme 14 in Verbindung steht. Gleichzeitig wird über die Gleichrichterdiode 28 und den Widerstand 29 der Startkondensator 31 auf die Scheitelspannung der Netzspannung aufgeladen, da diese Serienschaltung zu den Netzeingangsklemmen 13, 14 parallel liegt.

Zum Beenden des Motorbetriebs wird der Umschalter 5 losgelassen, damit er in die gezeigte Ruhestellung zurückkehren kann. Hierdurch wird die Netzverbindung des Universalmotors 4 über den Arbeitskontakt 12 unterbrochen. Gleichzeitig ändert sich die Polarität, mit der die Feldwicklung 3 mit dem Anker verbunden ist, an dem Ankeranschluß 18 liegt im Bremsbetrieb der Feldwicklungsanschluß 22 und nicht der Feldwicklungsanschluß 21, wie im Motorbetrieb.

Im gezeigten Bremsbetrieb entsteht ein Bremsstromkreis, der in Serie hintereinander enthält den Anker 2, die Diode 23, den zweiten Ruhekontakt 9, den zweiten Wechselkontakt 7, die Feldwicklung 3, den ersten Wechselkontakt 6, den ersten Ruhekontakt 8 sowie den ge-

steuerten Bremswiderstand 26. Von diesem führt die elektrische Verbindung über die Leitung 32 zu dem Anker 2 zurück.

Der vorher im Netzbetrieb aufgeladene Startkondensator 31 kann sich wegen der Diode 23 im nachfolgenden Bremsbetrieb nur über die Feldwicklung 3 und den gesteuerten Bremswiderstand 26 entladen. Der Startkondensator 31 liegt zu der Serienschaltung aus der Feldwicklung 3 und dem gesteuerten Bremswiderstand 26 parallel.

Aufgrund der Entladung des Startkondensators 31 über die Feldwicklung 3 wird in dieser ein Strom erzeugt, der die Selbsterregung des als Hauptschlußgenerator arbeitenden Universalmotors 4 zwangsläufig initialisiert. Die Initialisierung wird begünstigt, weil durch die Steuerschaltung 27 aufgrund der inneren Beschaltung sogleich der Mosfet 39 leitend gesteuert wird, weil der Spannungsabfall an dem Stromfühlerwiderstand 38 kleiner ist als der Schwellwert, der die Steuerschaltung 27 veranlaßt, den Mosfet 39 zu sperren.

Infolge der auf diese Weise zunächst erhaltenen Felderregung erzeugt der rotierende Anker 2 eine entsprechende Spannung, deren Polarität so liegt, daß der hierdurch hervorgerufene Strom in der Feldwicklung 3 dieselbe Richtung hat wie der bei der Entladung des Startkondensators 31 entstehende Strom durch die Feldwicklung 3. Die auftretende Selbsterregung führt sehr bald zu einem Strom in dem gesteuerten Bremswiderstand 26, der an dem Stromfühlerwiderstand 38 eine Spannung abfallen läßt, die den festgelegten Schwellwert in der Steuerschaltung 27 überschreitet. Die Steuerschaltung 27 schaltet demzufolge über ihren Ausgang 35 den Mosfet 39 ab. Hierdurch entsteht eine Induktionsspannung infolge der Induktivität der Feldwicklung 3 und der Ankerinduktivität, die dazu führt, daß der Strom nunmehr über den erhöhten Kreiswiderstand wegen des nun eingeschalteten Widerstandes 37 weiterfließt.

Beginnend mit dem Abschalten des Mosfet 39 sinkt der Strom in dem Bremskreis und es wird entweder, abhängig von einem unteren Stromwert durch den Stromfühlerwiderstand 28 oder von der Spannung an dem Widerstand 37, die Steuerschaltung 27 veranlaßt, den Mosfet 39 erneut einzuschalten, um mit Hilfe der Selbsterregung den Strom im Bremskreis wieder auf den Wert zu bringen, der an dem Stromfühlerwiderstand 38 einen Spannungsabfall erzeugt, der die Schwellspannung der Steuerschaltung 27 übersteigt. Die Taktfrequenz, mit der die Steuerschaltung 27 arbeitet, liegt im Bereich von einigen hundert Hz bis mehreren kHz, wodurch im Zusammenwirken mit den Induktivitäten der Strom im Bremskreis nahezu konstant gehalten wird.

Oder bei linearer Regelung wird der Mosfet 39, ausgehend vom völlig gesperrten Zustand allmählich aufgesteuert, wobei Regelkriterium der Spannungsabfall an dem Widerstand 36 ist.

Falls durch Störungen am Kollektorunterbrechungen im Bremskreis auftreten, die zu einer übermäßigen Dämpfung führen würden, mit der Folge, daß der Strom durch die Feldwicklung 3 abreißt würde, kann der Startkondensator 31, der zu der Feldwicklung 3 parallel liegt, den durch die Feldwicklung 3 hindurchfließenden Strom aufnehmen, soweit er wegen der Kollektorstörung nicht über den Anker 2 fließen kann. Weil erfahrungsgemäß diese Störungen nur wenige Bruchteile von Sekunden andauern, setzt umgehend nach der Rückkehr des Kollektors in den einwandfreien Betrieb die

Selbsterregung wieder ein, da während der Unterbrechung des Stromflusses in dem Bremskreis der Strom durch die Feldwicklung 3 über den Kondensator 31 aufrechterhalten wurde.

Außerdem wirkt der Kondensator 31 glättend für den aus dem Anker 2 fließenden Strom, da er beim Einschalten des Mosfet 39 zusätzlich zu dem Anker 2 Energie an die Feldwicklung 3 abzugeben vermag. Die Induktivität des Ankers 2 verhindert dagegen Stromspitzen beim Nachladen des Kondensators 31 während des Ausschaltzustandes des Mosfet 39.

Zu dem Kondensator 31 kann noch eine Diode parallel liegen, wobei bei der gezeigten Polarität der Diode 23 die zusätzliche Diode mit ihrer Kathode an die Kathode der Diode 23 angeschlossen ist. Die zusätzliche Diode verhindert im Störungsfall ein Aufladen des Kondensators 31 mit der entgegengesetzten Polarität. Die maximal überbrückbare Steuerungszeit wird dadurch verlängert.

5
10
15
20

kontakt (7) eine Ladeschaltung (28, 29) zu dem zweiten Ruhekontakt (9) führt

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum netzunabhängigen Bremsen eines eine geteilte oder ungeteilte Feldwicklung (3) sowie einen Anker (2) aufweisenden Reihenschlußmotors (4), mit einem wenigstens zweipoligen Umschalter (5), der einen ersten sowie einen zweiten Wechselkontakt (6, 7), einen ersten sowie einen zweiten Ruhekontakt (8, 9) und einen ersten sowie einen zweiten Arbeitskontakt (11, 12) aufweist, wobei jeder Wechselkontakt (6, 7) zusammen mit dem zugehörigen Ruhekontakt (8, 9) einen Öffner und zusammen mit dem zugehörigen Arbeitskontakt (11, 12) einen Schließer bildet, mit einem steuerbaren elektronischen Bauelement (39), zu dem ein Widerstand (37) parallel liegt, sowie mit einer zum zwangsweisen Starten der Selbsterregung dienenden Startkondensator (31), und einer Diode (23) wobei:

25
30
35

- der Anker (2) mit einem seiner beiden Ankeranschlüsse (17) an einer Netzeingangsklemme (13) angeschlossen ist, mit dem einen- ends auch das gesteuerte elektronische Bauelement (39) in Verbindung steht,

40
45

- der erste Arbeitskontakt (11) mit dem zweiten Ruhekontakt (9) verbunden und an den anderen Ankeranschluß (18) angeschlossen ist,

50

- der erste Ruhekontakt (8) mit dem anderen Anschluß des gesteuerten elektronischen Bauelementes (39) verbunden ist,

55

- der zweite Arbeitskontakt (12) mit einer zweiten Netzanschlußklemme (14) verbunden ist,

- die beiden Wechselkontakte (6, 7) mit dem im Bremsbetrieb wirksamen Teil der Feldwicklung (3) verbunden sind,

60

- daß eine Steuerschaltung (27) zum Steuern des elektronischen Bauelementes (39) vorgesehen ist,

dadurch gekennzeichnet, daß

- die Diode (23) in die Verbindung zwischen dem ersten Arbeitskontakt (11) und dem zweiten Ruhekontakt (9) geschaltet ist sowie

- zwischen dem zweiten Ruhekontakt (9) und der ersten Netzeingangsklemme (13) der Startkondensator (31) liegt.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß von dem zweiten Wechsel-

